

УДК 576.895.421 : 595.762.12

ИЗУЧЕНИЕ ТРОФИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ ЖУЖЕЛИЦ И ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ СЕРОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Т. К. Бобровских, С. Д. Узенбаев

Изучены трофические связи жужелиц и иксодовых клещей серологическим методом. Наиболее тесные пищевые связи наблюдались у четырех видов жужелиц рода *Pterostichus*. Наибольшее количество положительных реакций отмечено у *P. aethiops* (23.5—43.3 %) от всех тестируемых жуков этого вида. У *P. niger* в питании клещами участвовало 14.3—20.7 %, у *P. melanarius* — 9.3—18.5 и у *P. oblongopunctatus* — 14.5—15.4 %. На основании полученных положительных реакций можно сделать вывод, что встречи хищников (жужелицы) и жертв (иксодовые клещи) имеют место в природных условиях. Жуки могут выступать в роли биологических регуляторов численности клещей.

Трофические связи насекомых являются одним из важных экологических факторов, определяющих их роль в биоценозах. Среди хищных видов жуков особое внимание привлекают жуки сем. *Carabidae*, выступающие в роли естественных регуляторов численности многих обитателей герпетобия. Их жизнедеятельность тесно связана с лесной подстилкой, в которой живут и развиваются иксодовые клещи.

Среди хищников, активно уничтожающих клещей в условиях природного сада в Хабаровском крае, отмечают жужелиц *Carabus billbergi*, *C. schrencki*; из муравьев — *Formica lugubris* (Волков, 1969; Волков, Федулова, 1972; Волков, Попов, 1982). По наблюдениям в Татарии менее активно нападают на клещей жуки *Carabus arvensis*, *C. aurolimbatus*, *Pterostichus niger* (*Platysma nigrum*), зато особой агрессивностью отличается *Staphylinus erythropterus*, которого относят к числу эффективных врагов, наносящих существенный ущерб популяции клещей (Бойко, Жеребцов, 1970).

В более ранних работах (Криволуцкий, 1963) отмечается, что жужелицы, муравьи и паукообразные (виды не указываются) в лабораторных опытах уничтожали до 100 % сытых личинок и нимф клещей. Нами список врагов дополнен еще тремя видами жужелиц рода *Pterostichus*, которые в условиях свободного выбора пищевых объектов уничтожали от 28.3 до 74.5 % полунапитавшихся самок клещей (Бобровских, 1984).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования выполнены в 1982—1983 гг. на стационаре Института биологии в д. Гомсельга Кондопожского р-на Карельской АССР. Сбор материала проводили стандартными почвенными ловушками (Тихомирова, 1975). Преобладающей группой мезофауны были жужелицы. Их доставляли в лабораторию живыми и содержали индивидуально. Проведена серия опытов по изучению избирательности предлагаемых пищевых объектов с целью выявления возможного питания жужелиц клещами. Им давали в качестве корма голодных и сытых особей иксодовых клещей на всех фазах развития. Одновременно жукам предлагали краснотелковых, гамазовых клещей, различных насекомых и их личинок, дождевых червей, моллюсков. При наличии выбора пищевых объектов жуки активно поедали напавшихся личинок, нимф и самок клещей. Голодные особи иксодовых, краснотелковых и гамазовых клещей не привлекали

внимания хищников, очевидно, из-за небольших размеров и малого запаса пищи (Бобровских, 1986).

Для установления достоверного факта питания жужелиц иксодовыми клещами применили метод серологического анализа содержимого их желудков (Соболева-Докучаева, 1973; Буров и др., 1974).

Антиген для иммунизации кроликов готовили из гомогената тканей сытых самок клещей, предварительно в течение 3 мес. содержащихся при пониженной температуре (+4°), чтобы устранить из кишечника белки крови. Иммунизацию кроликов проводили по схеме Косякова (Вязов, 1967). Антисыворотки имели титр 1 : 250 и 1 : 500. Реакция преципитации проводилась по методу двойной диффузии в агатовом геле (Вязов, 1967).

Для постановки реакции использовали устройство, предложенное Чайкой (1978). Серологическому анализу подвергались природные особи 6 видов жужелиц и 2 — стафилинид, общим числом 473 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1
Видовой состав жуков,
использованных при постановке реакции преципитации

Вид	Количество серологических проб	Количество положительных реакций
<i>Pterostichus niger</i> Shall	65	13
<i>P. aethiops</i> Pz.	46	17
<i>P. melanarius</i> Ill.	97	12
<i>P. oblongopunctatus</i> F.	67	7
<i>Calathus micropterus</i> Duft.	27	0
<i>Pseudoophonus rufipes</i> Deg.	58	0
<i>Staphylinus erythropterus</i> L.	61	1
<i>Philonthus decorus</i> Grav.	52	0

Полученные результаты наблюдений обработаны статистическим методом (Плохинский, 1970). Особи жуков из опытов принудительного питания клещами также подвергались тестированию и дали положительные реакции. Жужелицы, получавшие в качестве корма краснотелковых, гамазовых клещей, насекомых и других, дали отрицательные серологические реакции.

На основании полученных данных можно допустить, что положительные серологические реакции у природных особей жужелиц являются следствием их питания иксодовыми клещами.

Правильность определения жужелиц проверена О. Л. Крыжановским.¹ Клещей *Ixodes persulcatus* P. Sch. собирали с растительности и крупного рогатого скота по общепринятой методике (Филиппова, 1977).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В южной Карелии иксодовые клещи активны в весенне-летние месяцы. С третьей декады апреля появляются первые особи половозрелых клещей. В сроках наступления активности в зависимости от погодных условий наблюдаются некоторые расхождения. Пик их активности приходится на третью декаду мая—первую декаду июня. Поэтому уже во второй половине мая в природе могут появиться сытые особи, которые покидают хозяина после завершения кровососания и прячутся в лесной подстилке, где протекает их дальнейшее развитие. Личинки и нимфы клещей прокармливаются на различных видах мелких млекопитающих. Они активны с июня по сентябрь. В эти же сроки часть популяций сытых особей клещей на всех фазах развития находится в лесной подстилке, завершая процесс метаморфоза.

¹ Авторы приносят искреннюю ему благодарность.

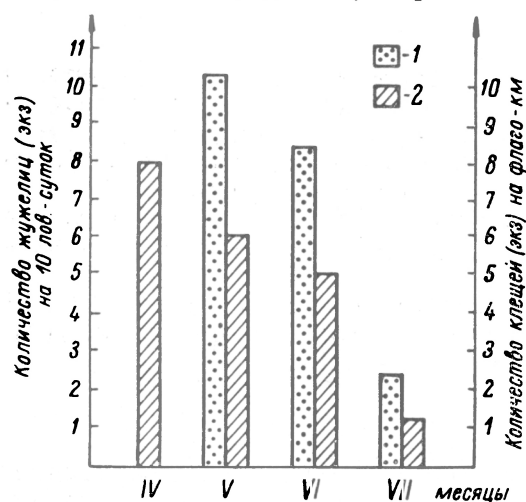
Т а б л и ц а 2
Относительная численность и обилие жужелиц в изучаемых
типах леса

Группа, вид	1982 г.		1983 г.	
	березняк злаково-раз- нотравный	сосняк черничный	березняк злаково-раз- нотравный	сосняк черничный
Мезофауна	14.7	11.7	9.1	12.2
в том числе жужелицы	5.20	4.80	2.60	4.60
доля жужелиц в мезо- фауне (% от общей численности)	35.4	41.0	28.6	37.7
<i>P. oblongopunctatus</i>	$\frac{0.4}{7.7}$	$\frac{1.8}{37.5}$	$\frac{0.3}{11.5}$	$\frac{1.1}{23.9}$
<i>P. melanarius</i>	$\frac{2.6}{50.0}$	$\frac{0.8}{16.7}$	$\frac{0.6}{23.1}$	$\frac{0.7}{15.2}$
<i>P. niger</i>	$\frac{0.3}{5.8}$	$\frac{0.2}{4.2}$	$\frac{0.7}{26.9}$	$\frac{0.4}{8.7}$
<i>P. aethiops</i>	$\frac{0.2}{3.9}$	$\frac{0.8}{16.7}$	$\frac{0.2}{7.7}$	$\frac{0.6}{13.0}$

П р и м е ч а н и е. Числитель — численность в экз. на 10 ловушко-суток; знаменатель — обилие (в % от жужелиц).

Известно, что эффективность хищников выше, если сроки их сезонной активности совпадают с таковыми жертв и если они обитают в тех же биотопах. Поэтому наш выбор хищников выпал на представителей сем. Carabidae и Staphylinidae. Они — обитатели герпетобия и верхних слоев почвы. Встречаются в тех же биотопах, где живут и развиваются клещи, а сроки их сезонной активности совпадают (см. рисунок). Оби-
тая совместно и в одни и те же фено-
логические сроки, хищные виды жу-
ков и клещей могут вступать между
собой в определенные биоцено-
тические и в первую очередь трофи-
ческие связи.

Наиболее многочисленны и ши-
роко распространены в лесах южной
Карелии жужелицы рода *Pterostichus*.
Они встречаются в тех же биотопах,



Они встречаются в тех же биотопах,

Сезонные колебания численности жужелиц и иксодовых клещей в березняке злаково-разнотравном.

1 — жуелицы; 2 — клещи.

где находят благоприятные условия для своего развития иксодовые клещи. Наши наблюдения проводились в двух типах леса: березняке злаково-разнотравном и сосняке черничном, произрастающих на плодородных почвах, с хорошо развитой лесной подстилкой. Доля жужелиц составила в 1982 г. — 35.4—41.0, в 1983 — 28.6—37.7 % от всей мезофауны. Доминирующими видами в березняке были *P. melanarius* (50.0 % от всех жужелиц), в сосняке — *P. oblongopunctatus* (37.5 %); на следующий год — в березняке преобладали *P. niger* (26.9 %), в сосняке — *P. oblongopunctatus* (23.9 %) (табл. 2).

Примененный серологический метод анализа проб из пищеварительного тракта жуков подтвердил наше предположение о возможном их нападении на полупитавшихся и сытых особей клещей в природных условиях. Не все

обследованные виды жуков оказались одинаково активными в уничтожении клещей. Так, *Calathus micropterus*, поедающий в лабораторных опытах яйца клещей, не дал положительных реакций. Слабые трофические связи отмечаются у *St. erythropterus*, а у другого вида из этого же семейства — *Ph. decorus* — они отсутствуют. Тем не менее в лабораторных опытах при наличии выбора пищевых объектов оба вида жуков уничтожали полунапитавшихся особей клеща 1.5—10.3 % от количества предложенных. Мы не разделяем мнение о том, что *St. erythropterus* можно отнести к эффективным хищникам, потребляющим иксодовых клещей в природных условиях (Бойко, Жеребцов, 1970). Численность иксодовых клещей в сосняке черничном невысокая (0.2—0.5 экз. на флажок/км), а *St. erythropterus* приурочен к соснякам, т. е. характеризуется стеноотопностью (Дмитриенко, 1984). Данные серологического анализа выявили лишь единичные случаи питания этого вида стафилин клещами.

Наиболее тесные пищевые связи с клещами наблюдались у жужелиц рода *Pterostichus*. Первые положительные реакции были получены во второй декаде июня, последние — в конце августа. Анализ полученных данных показал, что наиболее активно поедали клещей жужелицы *P. aethiops*, степень связи у них была высокая и составила в 1982 г. — 23.53 ± 10.6 , в 1983 — 43.33 ± 9.4 % (табл. 3). Второе место занимает *P. niger*, его доля в 1983 г. 20.69 ± 5.37 %. Оба вида отличаются значительной агрессивностью и в опытах по принудительному питанию (Бобровских, 1986). Столь же активными по отношению к клещам были жуки *P. melanarius*, однако степень их трофической связи была ниже 18.52 ± 5.34 и 9.3 ± 4.48 % соответственно. Слабее связан с клещами *P. oblongopunctatus*, но доля его участия была более стабильна в оба сезона наблюдений (табл. 3).

Т а б л и ц а 3
Степень трофической связи жужелиц рода *Pterostichus* с иксодовыми клещами

Вид	1982			1983		
	количество тестирован- ных жуков	количество положи- тельных реакций		количество тестирован- ных жуков	количество положи- тельных реакций	
		абс.	доля, % ($P \pm m_p$)		абс.	доля, % ($P \pm m_p$)
<i>P. niger</i>	7	1	14.29 ± 14.29	58	12	20.69 ± 5.37
<i>P. aethiops</i>	17	4	23.53 ± 10.60	30	13	43.33 ± 9.40
<i>P. melanarius</i>	54	10	18.52 ± 5.34	43	4	9.3 ± 4.48
<i>P. oblongopunctatus</i>	39	6	15.39 ± 5.85	28	4	14.29 ± 6.74

Для проверки достоверности полученных данных о трофических связях лесных видов жужелиц и клещей были тестированы жужелицы *Pseudoophonus rufipes* — обитателя открытых ландшафтов, особенно агроценозов; с лесными клещами он просто не сталкивается. Известно, что этот вид жуков относится к миксофитофагам, но может выступать как энтомофаг, нападающий на некоторых вредителей сельского хозяйства (Крыжановский 1983). От 58 обследованных особей *P. rufipes* получены отрицательные реакции. В лабораторных опытах жужелицы также не нападали на клещей. Биотопы, в которых обитают жуки этого вида, чрезвычайно редко бывают населены клещами, лишь в случае случайного заноса различными мелкими млекопитающими, на которых они прокармливаются.

Таким образом, установлены трофические связи с иксодовыми клещами у четырех видов жужелиц рода *Pterostichus* и одного вида рода *Staphylinus*. Следует отметить, что оценка деятельности хищников отражает их деятельность в одном районе. Очевидно и другое, что полученные с помощью серологического метода оценки трофических связей отражают неполную картину деятельности хищников в природе. Главная причина этого состоит в том, что с помощью реакции преципитации невозможно определить точное количество жертв, истребленных данным видом за один прием. Лабораторные наблюдения за питанием хищников также дают лишь относительное представление о количестве уничтоженных жертв в природе.

Кроме того, неизвестно, сколько всего хищник уничтожил особей клещей, поэтому каждую положительную реакцию мы принимали за однократный прием пищи. Серологический метод не отражает количественную сторону деятельности хищников, но дает объективную оценку их роли. Эффективность жужелиц рода *Pterostichus* в истреблении клещей высокая из-за полного совпадения периодов их активности и обитания в сходных экологических условиях. Жужелицы — полифаги, и их реакция проявляется более четко при сравнительно высокой численности жертв (Заславский, Сугоняев, 1967). А локализация клещей в природе носит мозаичный характер (Померанцев, 1935; Померанцев, Сердюкова, 1948). Иксодовым клещам свойственно неравномерное распределение в биотопах. Довольно часто наблюдается несовпадение мест повышенной численности личинок, нимф и половозрелых особей клещей. На основании полученных положительных реакций можно сделать вывод, что встречи хищников (жужелицы) и жертв (иксодовые клещи) в природных условиях имеют место, а жужелицы рода *Pterostichus* могут выступать в качестве биологических регуляторов численности клещей.

Л и т е р а т у р а

- Б о б р о в с к и х Т. К. Трофоценоотические связи жужелиц (сем. Carabidae) и иксодовых клещей (подсем. Ixodinae). — В кн.: Тез. докл. на 9-м съезде Всес. энтомот. о-ва. Ч. 1. Киев, 1984, с. 58—59.
- Б о б р о в с к и х Т. К. Трофические связи жуков (сем. Carabidae и Staphylinidae) и иксодовых клещей (подсем. Ixodinae). — В кн.: Хищники и паразиты кровососущих членистоногих в условиях Севера. Петрозаводск, 1986, с. 4—18.
- Б о й к о В. А., Ж е р е б ц о в А. К. К вопросу о естественных врагах иксодовых клещей лесного биоценоза. — В кн.: Тез. докл. 2-го акаролог. совещ. Ч. 1. Киев, 1970, с. 76—77.
- Б у р о в В. Н., З а е в а И. П., Т и т о в а Э. В. Выявление трофических связей хищных членистоногих с вредной черепашкой с помощью серологического и радиоизотопного методов. — В кн.: Докл. на 26-м ежегодном чтении памяти Н. А. Холодковского. Л., Наука, 1974, с. 69—81.
- В о л к о в В. И. Экологические особенности Ixodidae и вопросы оздоровления природных очагов клещевого энцефалита. — Автореф. канд. дис. Воронеж, 1969. 29 с.
- В о л к о в В. И., Ф е д у л о в а Л. И. Истребление иксодовых клещей некоторыми насекомоядными в Хабаровском крае. — В кн.: Тр. 7-й Всес. конф. по природн. очаговости болезней и общ. вопр. паразитол. животных. Вып. 6, ч. 2. Ташкент, ФАН, 1972, с. 174—176.
- В о л к о в В. И., П о п о в В. Д. Паразиты и хищники кровососущих членистоногих в Приамурье. — В кн.: Патология членистоногих и биологические средства борьбы с вредными организмами (тез. докл. 1-й республ. научн. конф.) Киев, 1982, с. 42—43.
- В я з о в О. З. (ред.) Лабораторные методы исследования в неинфекционной иммунологии. М., Медицина, 1967. 351 с.
- Д м и т р и е н к о В. К. Динамика численности хищных герпетобионтных жесткокрылых в лесах нижнего Приангарья. — Изв. сиб. отд. АН СССР, сер. биол., 1984, вып. 3, с. 106—112.
- З а с л а в с к и й В. А., С у г о н я е в Е. С. Биологическое подавление вредителей, как проблема современной экологии. — Зоол. журн., 1967, т. 46, вып. 10, с. 1536—1551.
- К р и в о л у ц к и й Д. А. Уничтожение хищниками личинок и нимф *I. persulcatus*. — В кн.: Клещевой энцефалит и вирусные геморрагические лихорадки. Матер. науч. конф. Омск, 1963, с. 187—188.
- К р ы ж а н о в с к и й О. Л. Жуки подотряда Adephaga; семейства Rhysodidae, Trachypachidae; семейство Carabidae (вводная часть, обзор фауны СССР). — Фауна СССР. Жесткокрылые. Т. 1, вып. 2. Л., Наука, 1983. 341 с.
- П л о х и н с к и й Н. А. Биометрия. М., МГУ, 1970. 367 с.
- П о м е р а н ц е в Б. И. К вопросу о происхождении клещевых очагов в Ленинградской области. — В кн.: Вредители животноводства. Изд-во АН СССР, 1935, с. 32—110.
- П о м е р а н ц е в Б. И., С е р д ю к о в а Т. В. Экологические наблюдения над клещами сем. Ixodidae переносчиками весенне-летнего энцефалита на Дальнем Востоке. — Паразитол. сб. ЗИН АН СССР, М.—Л., 1948, т. 9, с. 47—67.
- С о б о л е в а - Д о к у ч а е в а И. И. Изучение трофических связей насекомых с применением серологического метода. — Усп. совр. биол., 1973, т. 76, вып. 3 (6), с. 467—476.
- Т и х о м и р о в а А. Л. Учет напочвенных беспозвоночных. — В кн.: Методы почвенно-зоологического исследования. М. Наука, 1975, с. 73—81.
- Ф и л и п п о в а Н. А. Иксодовые клещи Ixodinae. — Фауна СССР. Паукообразные. Т. 4, вып. 4. Л. Наука, 1977. 393 с.
- Ч а й к а Н. А. Устройство для постановки реакции иммунодиффузионной преципитации без предварительного вырезания лунок в геле. — Лаб. дело, 1978, № 4, с. 206—209.

Институт леса
Карельского филиала АН СССР,
Петрозаводск

Поступила 10.06.1985

STUDY OF TROPHIC RELATION BETWEEN GROUND BEETLES AND IXODID TICKS
BY MEANS OF SEROLOGICAL METHOD

T. K. Bobrovskykh, S. D. Uzenbaev

S U M M A R Y

Trophic relations between ground beetles and ixodid ticks were studied by serological method. Most close food relations were observed in four species of the genus *Pterostichus*. The greatest number of positive reactions were recorded in *P. aethiops* (23.5—43.3 %). 14.3—20.7 %, 9.3—18.5 %, 14.5—15.4 % of *P. niger*, *P. melanarius* and *P. oblongopunctatus* respectively took part in the feeding on ticks. On the basis of obtained positive reactions it was concluded that encounters of predators (ground beetles) and preys (ixodid ticks) take place under natural conditions. The beetles can play a part of biological regulators of the abundance of ticks.
